



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Protocolo de Monografía**

**Diseño de un edificio de seis niveles de concreto resistente a fuerzas laterales con marcos y muros (sistema dual)**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Diego Arturo Lagos Ramírez.

Br. Jordy Efrén Valle Siles.

**Tutor**

Ing. Carlos Antonio Gutiérrez Mendoza.

Managua, septiembre 2016

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>I.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>Justificación .....</b>	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>4</b>
4.1.	Objetivo General .....	4
4.2.	Objetivos Específicos.....	4
<b>V.</b>	<b>Marco Teórico .....</b>	<b>5</b>
5.1.	Estructura .....	5
5.2.	Fuerza .....	5
5.2.1	Fuerza ambientales laterales .....	6
5.3	Sistema estructural.....	7
5.3.1	Tipos de sistema estructural .....	7
5.4	Sistema dual .....	8
5.5	Elementos Estructurales.....	11
5.6	Ecuaciones de diseño .....	12
5.7	Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07).....	17
5.8	Instituto Americano del Concreto (ACI-318-11) .....	18
<b>VI.</b>	<b>Diseño Metodológico .....</b>	<b>19</b>
<b>VII.</b>	<b>Cronograma.....</b>	<b>19</b>
<b>VIII.</b>	<b>Bibliografía. ....</b>	<b>20</b>

# **I. Introducción**

Nicaragua es un país en pleno desarrollo, en donde se pretende construir estructuras seguras, ya sea por renovación o nuevas construcciones, se requiere buscar sistemas constructivos que mitiguen un poco los efectos causados ante cualquier evento catastrófico y que otorguen resultados a nivel técnico y económico de las alternativas actuales de construcción, para estar a la altura de estándares internacionales.

La presente investigación hace referencia al tema del diseño de un edificio de seis niveles de concreto resistente a fuerzas laterales sea de base de marcos y muros resistente (sistema dual). Para realizar el análisis y diseño de una edificación es de vital importancia considerar todas las condiciones desfavorables a las que posiblemente estará sometida durante su vida útil.

Las estructuras que existen en nuestro territorio están sometidas a fuerzas de viento y sismo, sin embargo se buscan que los edificios prácticamente no sufran daños ante sismos frecuentes de baja intensidad; que el daño estructural sea mínimo bajo la acción de sismos de intensidad moderada y que para sismos excepcionalmente intensos se tenga un nivel aceptable de seguridad contra el colapso.

Antes del diseño de la edificación, el ingeniero debe tener conocimiento para la ubicación de muros y marcos estructurales para evitar movimiento de la estructura que podrían producir daños severos a los elementos estructurales, como desplazamiento excesivos y torsión.

Se realizara el análisis en el software de estructuras (ETABS v.15.2), Respetando las normas y especificaciones, el diseño se realizara según códigos de diseño ACI 318-14 (Requerimientos sísmicos), para elementos de concreto.

## **II. Antecedentes**

Durante tiempos históricos se tiene conocimientos de terremotos que han ocasionado destrucción en ciudades y poblados de todos los continentes de la tierra. Un elevado porcentaje de víctimas cobradas por los sismos, se debe al derrumbe de construcciones hechas por el hombre; el fenómeno sísmico se ha ido transformando así, en una amenaza de importancia creciente en la medida en que las áreas urbanas han crecido y se han hecho más densas.

Originalmente, el objetivo principal del diseño sismo- resistente de estructuras consistía en proveer suficiente resistencia de modo de poder soportar el terremoto más grande conocido hasta el momento. Luego, se reconoció que no era necesario diseñar las estructuras para fuerzas tan altas, si es que se permitía que desarrollaran deformaciones inelásticas controladas, es decir daño, con lo que adopto el concepto de ductilidad.

Después de los daños causados por terremotos de considerable magnitud el análisis del diseño sismo-resistente se ha trasladado a diseñar controlando el desempeño de la estructura.

En Nicaragua antes de 1972 los diseños y construcciones de edificios no seguían ningún código obligatorio, algunos diseñaban y construían basándose en códigos de otros países o conforme a su experiencia .pero, a raíz de un fuerte sismo ocurrido en ese año, surgió el Código para las Construcciones en el Área del Distrito Nacional también llamado Código de Emergencia para la Reconstrucción de Managua ante la necesidad de contar con lineamientos para la construcción de nuevas edificaciones o reparación y refuerzo de las construcciones afectadas por el terremoto.

Trascurridos diez años se publicó el Reglamento Nacional de la Construcción de 1983 publicado por el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, esta normativa estableció los requerimientos aplicables al diseño y la construcción de nuevas edificaciones así como la reparación y refuerzo de obras existentes

### **III. Justificación**

El propósito primordial de esta monografía es realizar el Diseño Estructural de una edificación que sea resistente a fuerza laterales, la cual consta de un sistema de techo rígido y entrepisos a base de vigas principales y losas de concreto, un sistema estructural de muros y marcos de concreto reforzado.

La estructura se considerara que está ubicada en la ciudad de Managua y su destino será hotel, considerando alta peligrosidad sísmica que presenta nuestro país Nicaragua, en la costa del pacífico.

La motivación académica profesional al escoger este tema monográfico es para profundizar nuestros conocimientos sobre el desplazamiento y mejorar las dificultades que se presentan a nivel de piso ya que es un método muy usado para estructura de muchos niveles.

Debido a la importancia de la vida humana y la altura de la edificación es necesario realizar un diseño estático detallado considerando que la estructura es simétrica con su planta y su elevación, con una altura no mayor de 40 m, además este análisis estático debe ser respaldado con un diseño sísmico que garantice la estabilidad y los criterios de seguridad de vida y seguridad de ocupación.

## **IV. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

- Diseñar un edificio de seis niveles de concreto resistente a fuerzas laterales con marcos y muros (sistema dual).

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Considerar los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Construcción (RNC-07).
- Aplicar los criterios de análisis y diseño sísmico de reglamentos y códigos necesarios; (ACI 318-14).
- Modelar y Analizar modelo tridimensional de la estructura con el software ETABS 15.2.
- Diseñar elementos principales ( Columnas, vigas, Muros y Losa)

## V. Marco Teórico

El presente documento será orientado a hacer el Diseño de un edificio de seis niveles de concreto resistente a fuerzas laterales con marcos y muros (sistema dual).

### 5.1. Estructura

**Estructura:** Es el conjunto de elementos resistentes, vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos, sin sufrir deformaciones.

### 5.2. Fuerza

Es una acción que puede modificar el estado de reposo de movimiento de un cuerpo; por lo tanto, puede acelerar o modificar la velocidad, la dirección o el sentido del movimiento de un cuerpo dado.

**Hay dos tipos de fuerzas que actúan en un edificio:**

- Externa
- Internas.

Los edificios siempre están sometido a cargas para controlar sus deformaciones, desplazamiento para los destino de la estructuras y comportamiento estático.

- **Las fuerzas externas:** son las actuantes o aplicadas exteriormente y las reacciones o resistentes que impiden el movimiento.
- **Las fuerzas internas:** son aquellas que mantienen el cuerpo o estructura como un ensamblaje único y corresponden a las fuerzas de unión entre sus partes.

La estructura se ve sometida por su peso propio, por la función que cumple y efector ambientales. En primera instancia se pueden dividir en carga gravitacionales, fuerzas ambientales (sismo, viento y temperatura).

### 5.2.1 Fuerzas ambientales laterales

**Viento:** Fuerzas ejercidas por una masa de aire en movimiento, que provoca una presión en ciertas partes de la estructura, mientras que se produce una succión en otras.

**Sismo:** El sismo es una liberación súbita de energía en las capas interiores de la corteza terrestre que produce un movimiento ondulatorio del terreno.

Este movimiento ondulatorio se traduce en una aceleración inducida a la estructura que contando esta con su propia masa y conociendo la 2<sup>da</sup> ley de Newton se convierte en una fuerza inercial sobre la estructura. Es inercial porque depende directamente de la masa de la estructura sometida al sismo.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Como mencionamos la magnitud de esta fuerza depende de la masa de la edificación y de la aceleración correspondiente de la estructura. La aceleración de la estructura (es decir la respuesta de esta a una perturbación en la base) depende a su vez de su rigidez y de la magnitud y frecuencia de la aceleración del terreno.

La masa y la rigidez determinan el periodo de vibración de la estructura que para una aceleración del terreno produce una aceleración de vibración en ella.

Por medio de un espectro de diseño, se determina la aceleración de diseño para la estructura y por medio de la ecuación de la segunda Ley de Newton,  $\vec{F} = m * \vec{a}$  encontramos una fuerza estática equivalente al sismo. La fuerza total sísmica en la base de la estructura se conoce como cortante basal.



### 5.3 Sistema estructural

Son las estructuras compuestas de varios miembros o elementos, que soportan las edificaciones y tienen además la función de soportar las cargas que actúan sobre ellas transmitiéndolas al suelo. Los elementos no se distinguen como individuales sino que la estructura constituye en sí un sistema continuo.

#### 5.3.1 Tipos de sistema estructural

Básicamente tenemos cuatro tipos de sistemas estructurales:

- a. **Sistema de muro de carga:** es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por muros de cargas y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales. Este sistema trabaja con el esfuerzo a compresión ya que la carga es vertical.
- b. **Sistema aporticado:** está compuesto por un pórtico espacial, resistente a momento, sin diagonales que resisten todas las cargas verticales y horizontales.
- c. **Sistema combinado:** es un sistema estructural en el cual:
  - las cargas verticales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.
  - Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales y que no cumple los requisitos de un sistema dual

- d. **Sistema Dual:** Es un sistema conformado por pórtico resistente a momentos sin diagonales y un sistema de pórticos con diagonales o muros estructurales. La totalidad de las cargas verticales son resistidas por el pórtico resistente a momentos y las cargas laterales son resistidas en su totalidad o en parte por los muros, Se genera una estructura con una resistencia y rigidez lateral sustancialmente mayor al sistema de pórticos.

#### **5.4 Sistema dual**

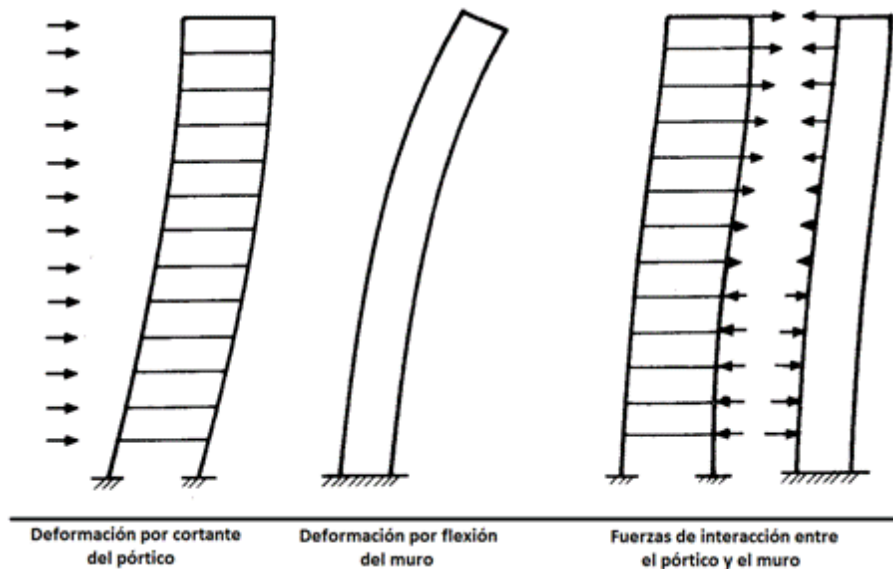
En este sistema los muros tienden a tomar una fracción de los esfuerzos en los niveles inferiores, mientras que los pórticos pueden disipar energía en los niveles superiores

Se genera una estructura con una resistencia y rigidez lateral sustancialmente mayor al del sistema de pórticos, lo cual lo hace muy eficiente para resistir fuerzas sísmicas y siempre y cuando exista una buena distribución de los elementos rígidos o de los muros de corte.

El comportamiento de un muro esbelto es como el de una viga en voladizo, y el problema de interacción se origina porque el comportamiento que tendría un sistema aporticado sería distinto al de un muro de concreto.

En los pisos inferiores la rigidez del muro es muy alta, por lo que se restringe prácticamente el desplazamiento, mientras que en los pisos superiores el muro en vez de colaborar a resistir las cargas laterales, termina incrementando las fuerzas que los pórticos deben resistir.

## Interacción de fuerza entre pórtico y muro



### a) Tipos de Sistema dual

- **Dual Tipo I:** Cuando en la base de la estructura, la fuerza cortante inducida por el sismo en los muros sea mayor o igual al 60% del cortante total y menor o igual al 80%.
- **Dual Tipo II:** Cuando en la base de la estructura, la fuerza cortante inducida por el sismo en los muros sea menor de 60% del cortante total.

### b) Requisitos:

Los requisitos que debe cumplir:

- El pórtico espacial resistente a momentos sin diagonales, esencialmente completo, debe ser capaz de soportar las cargas verticales.
- Las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resiste a momentos,

el cual puede ser un pórtico de capacidad especial de disipación de energía (DES), cuando se trata de concreto reforzada o acero estructural un pórtico de capacidad moderada disipación de energía de concreto reforzado, o un pórtico con capacidad mínima de disipación de energía estructural. El pórtico resistente a momentos, actuando independientemente, debe diseñarse para que sea capaz de resistir como mínimo el 25% del cortante sísmico en la base.

- Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmicos en base, en proporción a su rigidez relativas, considerando la interacción del sistema dual en todos los niveles de la edificación, pero en ningún caso la responsabilidad de los muros estructurales o los pórticos con diagonales puede ser menor del 75% del cortante sísmico de la base.

#### **c) Ventajas del uso de sistema dual**

- Se genera una estructura con una resistencia y rigidez lateral sustancialmente mayor al sistema de pórticos, lo cual lo hace muy eficiente para resistir fuerzas sísmicas.
- Disminuye considerablemente las derivas de piso, las vibraciones y oscilaciones lo que ayuda a que existan pocos daños en los elementos no estructurales.
- Mantener suficiente rigidez para proteger a los elementos no estructurales.

#### **d) Desventajas del uso de sistema dual**

- La configuración de los elementos rígidos presenta una extrema diferencia de rigidez comparado a los pórticos y esto causa concentraciones excesivas de esfuerzo en algunas zonas del edificio y una mala distribución de cargas hacia las fundaciones.

- La interacción entre el sistema y el muro es compleja debido al comportamiento de un muro esbelto el cual es como de una viga en voladizo de gran altura.
- el comportamiento del sistema aporticado es distinto al de muro de concreto.

## 5.5 Elementos Estructurales

- **Columna:** Las columnas son los elementos estructurales que reciben las cargas provenientes de las vigas y losas y las transmiten a la cimentación. Además, formando pórticos con las vigas que llegan a ellas y conjuntamente con los muros de corte o placas, conforman la estructura sismorresistente de la edificación en estudio.
- **Viga:** Son elementos que reciben la carga de las losas, y las transmiten hacia otras vigas o directamente hacia las columnas o muros. Junto a las columnas forman lo que se denominan los pórticos.
- Otra función, junto a las columnas y muros, es resistir los diferentes esfuerzos producidos por las fuerzas horizontales de sismo (cortantes, momentos y axiales), y ser elementos que ayudan a proporcionar rigidez lateral.
- **Losa:** Las losas tienen como función fundamental desde el punto de vista estructural la transmisión de cargas de todos los elementos que conforman la edificación. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares a su plano principal, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.

- **Muros de cortante:** Son paredes de concreto armado que dada su mayor dimensión en una dirección, mucho mayor que su ancho, proporcionan en dicha dirección una gran resistencia y rigidez lateral ante movimiento laterales.
- Sus funciones son la de absorber básicamente fuerzas laterales coplanares (sismos, viento), rigidizando la estructura con el propósito de reducir las deformaciones excesivas y por consiguiente los daños, que puedan afectar el comportamiento integral de la misma.

## 5.6 Ecuaciones de diseño

Diseño por resistencia

$$\phi R_n \geq \alpha C_i$$

Donde:

$\phi$  : Factor de reduccion de resistencia, menor que la unidad

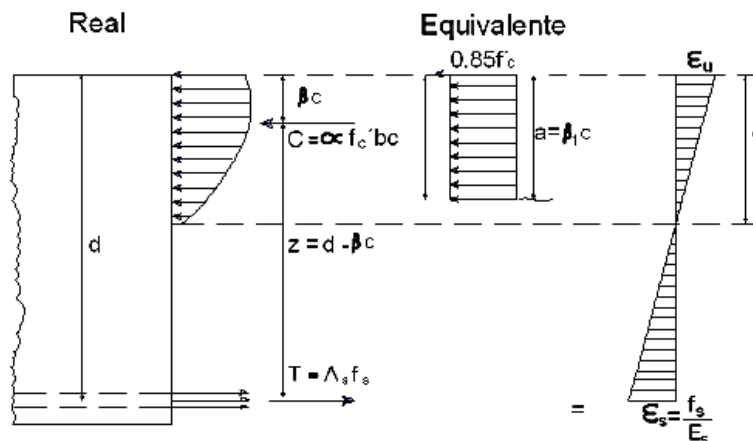
$R_n$ : Resistencia nominal

$\alpha$ : Factor de carga o de amplificacion

$C_i$ : efecto de las carga de servicio

Diseño de Viga y Losas a una dirección.

**Diseño por flexión**



$$T = A_s f_y = 0.85 f'_c a b = C_c \rightarrow a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \rightarrow \phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{2 * 0.85 f'_c b} \right)$$

### Cuantía de acero

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$\rho$ = cuantía de acero

$A_s$ =área de acero

$b$ =ancho de sección

$d$ = peralte efectivo de la sección

### Diseño por cortante

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s ; \phi: 0.75$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

$V_n$ : resistencia nominal a corte, considerando

El aporte del concreto ( $V_c$ ) y del acero ( $V_s$ )

$V_c$ : resistencia a corte del concreto

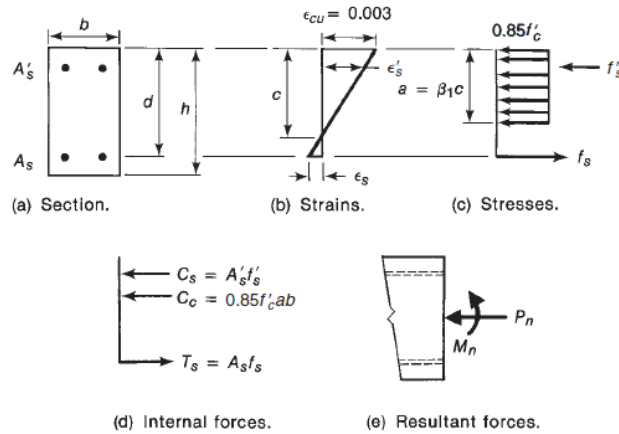
$V_s$ : resistencia a corte del estribo perpendicular al eje del elemento

$A_v$ : area del refuerzo por corte

$S$ : espaciamiento del refuerzo

## Diseño de columna

### Diseño por flexión



$$P_n = \beta f' c b a + A' s f' s - A s f s$$

$$M_n = \beta f' c b a * \gamma + A' s f' s * \gamma + A s f s * \gamma$$

Deformaciones	esfuerzos	fuerzas internas
$\epsilon_s = \frac{0.003(d-c)}{c}$	$f_s = E s \epsilon_s \leftarrow f_s$	$C_c = 0.85 f' c b a$
$\epsilon_s = \frac{0.003(c-d')}{c}$	$f' s = E s \epsilon' s \leftarrow f_y$	$C_s = A' s f' s$
		$T_s = A s f s$

C= distancia al eje neutro

Y=distancia del centroide plástico

e=excentricidad de la carga al centroide plástico

e'= excentricidad de la carga al acero de tensión

d'=recubrimiento efectivo del acero en compresión



### Carga axial concéntrica

$$P_o = \beta f' c * (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y$$

### Momento puro

$$\phi M_n = \phi A_s f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

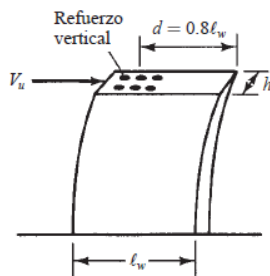
### Diseño por cortante

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s ; \phi: 0.75$$

$$V_c = 0.53 \left( 1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) \lambda \sqrt{f' c} b_w . d$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

### Diseño de muro



Muro de corte

### Resistencia máxima al corte permitido

$$\phi V_n = \phi 2.65 \sqrt{f' c} b d$$

### Calculo de la Resistencia corte proporcionado por el concreto

Caso 1

$$V_c = 0.88\lambda\sqrt{f'_c} h d + \frac{N_u d}{4l_w}$$

Caso 2

$$V_c = 0.16\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{l_w(0.33\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{0.2N_u}{l_w h})}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}$$

### Cuantía de acero mínima por corte vertical.

$$\rho_n = 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{h_w}{l_w}\right) (\rho - 0.0025)$$

*Elementos de borde para muros estructurales especiales*

$$c \geq \frac{\ell_w}{600(1.5\delta_u / h_w)}$$

### Diseño de refuerzo del muro por muro por flexión.

1- *Calculo del coeficiente de resistencia nominal.*

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

## 5.7 Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07)<sup>1</sup>

El Reglamento Nacional de la Construcción establece los requerimientos aplicables al diseño y construcción de nuevas edificaciones, así como la reparación y refuerzo de las ya existentes que lo requieran, con el objeto de:

- ◆ Evitar la pérdida de vidas y disminuir la posibilidad de daños físicos a personas
- ◆ Resistir sismos menores sin daños
- ◆ Resistir sismos moderados con daños estructurales leves y daños no estructurales moderados
- ◆ Evitar el colapso por efectos de sismo de gran intensidad, disminuyendo los daños a niveles económicamente admisibles
- ◆ Resistir, efectos de vientos y otras acciones accidentales sin daños

En el presente documento se aplicaran los requerimientos abordados en el **Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-2007)** que fue totalmente modificado a partir de experiencias sísmicas ocurridas en el país, así como, de vientos fuertes producidos por huracanes que impactaron directamente en el territorio.

Además se consideraron experiencias mundiales sobre el comportamiento y eficacia de los diferentes sistemas estructurales que contrarrestan las fuerzas inducidas por sismos y vientos, fenómenos naturales comunes que acontecen en nuestro país. Se consideraron además aspectos relacionados con otros fenómenos naturales como erupciones volcánicas y presiones de tierra, que de una u otra forma se presentan en la concepción estructural y construcción en general.

---

<sup>1</sup> Reglamento Nacional de la Construcción de Nicaragua (2007)

Todas las construcciones deberán poseer un sistema estructural capaz de resistir cargas, manteniéndose dentro de los límites indicados; tanto en esfuerzo como en deformaciones, para ello, el Reglamento establece para el cálculo de las solicitaciones sísmicas en edificios, tres métodos, dos estáticos y uno dinámico; asumiendo que las fuerzas sísmicas horizontales actúan independientemente según dos direcciones principales de la estructura y que la acción de las fuerzas sísmicas y de viento no necesitan considerarse simultáneamente.

### **5.8 Instituto Americano del Concreto (ACI-318-14)**

De manera conjunta se utilizara el código de diseño “**AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI-318-14)**”, el cual es un documento que incluye los requisitos mínimos para todo concreto usado con propósitos estructurales, incluyendo tanto el concreto simple como el concreto reforzado.

Este código complementará las disposiciones a las que haga referencia el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07).

## **VI. Diseño Metodológico**

Con el presente estudio se pretende realizar el diseño de un edificio de seis niveles de concreto, resistente a fuerza laterales con sistema dual, ubicada en el Departamento de Managua.

En este trabajo monográfico se analizará el comportamiento de la estructura bajo la influencia de cargas con el fin de saber si todos sus elementos propuestos son resistentes ante las solicitaciones de diseño.

El análisis estructural, de la edificación se realizará mediante el software computacional ETABS v.15.2 Para otras revisiones con fines de diseño se hará uso de hojas de cálculo en MS Excel.

El análisis sísmico se llevará a cabo usando el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07). Se estudiará la respuesta de la estructura y se concluirá en base a los resultados obtenidos.

Se analizaran otros códigos de diseños relacionados para validar ecuaciones y procedimientos de análisis así como complementar información teórica de este estudio.

Cabe mencionar que en nuestro trabajo monográfico no se considerara el diseño de conexiones entre los elementos.

## VII. Cronograma.

CRONOGRAMA DE TRABAJO																																																
ACTIVIDAD	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Busqueda de Documentos de Estudios Similares																																																
Recopilacion de Informacion																																																
Organización de Informacion																																																
Entrevista a ingenieros con experiencia en el tema																																																
Solucion de metodos de diseño																																																
Modelo de Estructural ETABs V 15..15151																																																
Analisis de Resultados																																																
Redaccion del Documento Final																																																
Revision Final e Impresión																																																

## VIII. Bibliografía.

- Estructuración y diseño de Edificaciones de concreto armado, Antonio Blanco.
- Reinforced Concrete Mechanics and Design, James g. McGregor-James K. Wight, sexta edición.
- Diseño de Concreto Reforzado, Jack C. McCormac-Russel H. Brown, Novena Edición
- Aspecto Fundamentales del concreto Reforzado, Cuevas-Fernández, cuarta edición
- Evolución de las normativas de diseño sismoresistente en Nicaragua, Revista 505 - edición 8 – volumen 01-2016.
- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, (ACI 318-14)
- Reglamento Nacional de la Construcción, (RNC-07)
- <http://www.slideshare.net/archieg/sistemas-estructurales-13553577>
- <http://www.tesisymonografias.net/dise%C3%83%C2%B1o-de-edificio-con-sistema-dual/1/>
- <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2488/sanchezmeza.pdf?sequence=1>
- <http://es.scribd.com/doc/216160911/Sistema-Dual#scribd>
- <https://es.scribd.com/doc/281427023/34/Sistema-dual>